

METHOD AND DEVICE FOR ACQUIRING RADIATION IMAGE DATA AND RADIATION SOLID DETECTOR

Publication number: JP2000206259 (A)

Publication date: 2000-07-28

Inventor(s): YASUDA HIROAKI +

Applicant(s): FUJI PHOTO FILM CO LTD +

Classification:

- international: G01T1/24; G03B42/02; G01T1/00; G03B42/02; (IPC1-7): G01T1/24; G03B42/02

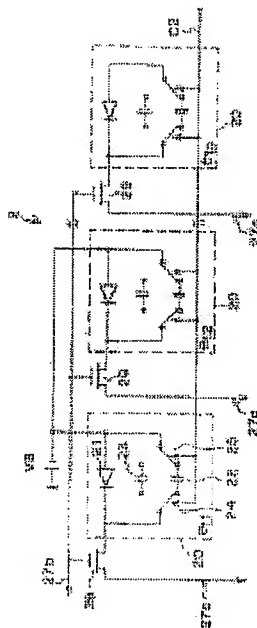
- European:

Application number: JP199900105 16 19990119

Priority number(s): JP199900105 16 19990119

Abstract of JP 2000206259 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent a position from deviating even if a plurality of shot methods are adopted in a radiation image data acquisition method and device for obtaining a plurality of image data for subtraction processing. **SOLUTION:** A detector consisting of a solid detection element 20 is used, where the element has two capacitors C22 and C23 for accumulating a signal electric charge being generated by a photoelectric conversion element 21 and switches SW24 and 25 for switching the validity/invalidity of both of them. A control signal C2 is set to L and only C22 is made valid, an electric charge for indicating the transmission radiation image information of a high-energy constituent is accumulated in the C22, then the C2 is set to high and only C23 is made valid without replacing the detector, and an electric charge for indicating the transmission radiation image information is accumulated in the low-energy constituent. After that, the C2 is set to L and the image signal of the high-energy constituent is read, then the C2 is set to high and only the C23 is made valid, the image signal of the low-energy constituent is read, and both the image signals are used for performing subtraction processing.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-206259

(P2000-206259A)

(43) 公開日 平成12年7月28日 (2000.7.28)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 1 T 1/24

G 0 1 T 1/24

2 G 0 8 8

G 0 3 B 42/02

G 0 3 B 42/02

Z 2 H 0 1 3

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-10516

(22) 出願日 平成11年1月19日 (1999.1.19)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 安田 裕昭

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フイルム株式会社内

(74) 代理人 100073184

弁理士 柳田 征史 (外1名)

Fターム(参考) 2G088 EED1 GG20 GG21 JJ05 JJ33

KK27 KK32 LL12 LL13

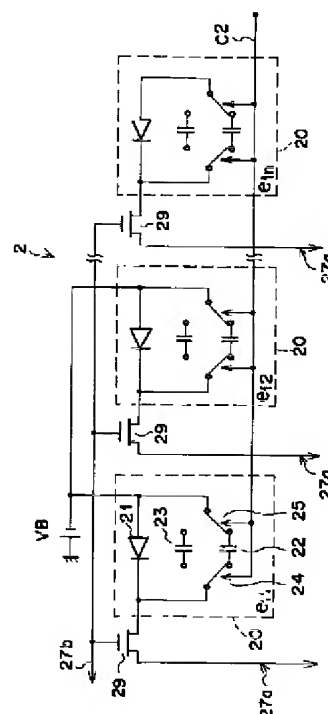
2H013 AC03

(54) 【発明の名称】 放射線画像データ取得方法および装置並びに放射線固体検出器

(57) 【要約】

【課題】 サブトラクション処理用の複数の画像データを得る放射線画像データ取得方法および装置において、複数ショット法を採用しても位置ズレが生じないようにする。

【解決手段】 光電変換素子21で発生された信号電荷を蓄積する2つのコンデンサ(C22, C23)と両者の有効/無効を切り換えるSW24, 25を有する固体検出素子20から成る検出器1を使用する。制御信号C2をLにしてC22のみを有効にして、高エネルギー成分の透過放射線画像情報を表す電荷をC22に蓄積させた後、検出器1を交換することなく、C2をHにしてC23のみを有効にして、低エネルギー成分の透過放射線画像情報を表す電荷をC23に蓄積させる。その後、C2をLにして高エネルギー成分の画像信号を読み出した後、C2をHにしてC23のみを有効にして、低エネルギー成分の画像信号を読み出し、両画像信号を使用してサブトラクション処理を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被写体を透過した放射線を放射線固体検出器で検出することにより、前記被写体に関する複数の放射線画像データを得る放射線画像データ取得方法において、

前記放射線固体検出器として、入射した放射線の線量に応じた量の電荷を発生する電荷発生部と該電荷を蓄積する複数のコンデンサを含む蓄電部、前記複数のコンデンサを選択的に有効にする切換部とから成る固体検出素子を多数配列して成り、前記切換部が複数の異なる状態に同時に切り換えられるようにされた検出手段、および前記各コンデンサに蓄積した電荷を前記切換部の複数の異なる状態毎に放射線情報を表す電気信号に変換して出力する読出手段を有して成るものを使用し、前記切換部の切換えと連動して前記被写体へ入射する放射線のエネルギーレベルを切り換えて前記検出を行うことにより、前記各コンデンサに前記エネルギーレベルの異なる放射線情報を表す電荷を蓄積させ、その後、前記各コンデンサに蓄積された電荷を個別に読み出すことにより、前記複数の放射線画像データとしての前記エネルギーレベルの異なるデータを取得することを特徴とする放射線画像データ取得方法。

【請求項2】 前記複数の放射線画像データが、エネルギーサブトラクション処理に用いられるものであることを特徴とする請求項1または2記載の放射線画像データ取得方法。

【請求項3】 被写体を透過した放射線を放射線固体検出器で検出することにより、前記被写体に関する複数の放射線画像データを得る放射線画像データ取得方法において、前記放射線固体検出器として、入射した放射線の線量に応じた量の電荷を発生する電荷発生部と該電荷を蓄積する複数のコンデンサを含む蓄電部、前記複数のコンデンサを選択的に有効にする切換部とから成る固体検出素子を多数配列して成り、前記切換部が複数の異なる状態に同時に切り換えられるようにされた検出手段、および前記各コンデンサに蓄積した電荷を前記切換部の複数の異なる状態毎に放射線情報を表す電気信号に変換して出力する読出手段を有して成るものを使用し、前記切換部の切換えと連動して前記検出を複数回行うことにより、前記各コンデンサに放射線情報を表す電荷を蓄積させ、その後、前記各コンデンサに蓄積された電荷を個別に読み出すことにより、前記複数の放射線画像データとしての重ね合わせ処理に用いられるデータを取得することを特徴とする放射線画像データ取得方法。

【請求項4】 放射線源、および被写体を間に挟んで前記放射線源に対向して配される放射線固体検出器を備えて成り、前記放射線源から発せられ前記被写体を透過した放射線を前記放射線固体検出器で検出することにより、前記被写体に関する複数の放射線画像データを得る

放射線画像データ取得装置において、

前記放射線固体検出器が、入射した放射線の線量に応じた量の電荷を発生する電荷発生部と該電荷を蓄積する複数のコンデンサを含む蓄電部、前記複数のコンデンサを選択的に有効にする切換部とから成る固体検出素子を多数配列して成り、前記切換部が複数の異なる状態に同時に切り換えられるようにされた検出手段、および前記各コンデンサに蓄積した電荷を前記切換部の複数の異なる状態毎に放射線情報を表す電気信号に変換して出力する読出手段を有して成るものであり、

前記切換部の切換えと連動して前記被写体へ入射する放射線のエネルギーレベルを切り換えて前記検出を行なわしめることにより、前記各コンデンサに前記エネルギーレベルの異なる放射線情報を表す電荷を蓄積させる撮影制御手段と、前記切換部を切り換えて、前記各コンデンサに蓄積された電荷が表す電気信号を出力させる読出制御手段とを備えたことを特徴とする放射線画像データ取得装置。

【請求項5】 前記複数の放射線画像データが、エネルギーサブトラクション処理に用いられるものであることを特徴とする請求項4記載の放射線画像データ取得装置。

【請求項6】 放射線源、および被写体を間に挟んで前記放射線源に対向して配される放射線固体検出器を備えて成り、前記放射線源から発せられ前記被写体を透過した放射線を前記放射線固体検出器で検出することにより、前記被写体に関する複数の放射線画像データを得る放射線画像データ取得装置において、前記放射線固体検出器が、入射した放射線の線量に応じた量の電荷を発生する電荷発生部と該電荷を蓄積する複数のコンデンサを含む蓄電部、前記複数のコンデンサを選択的に有効にする切換部とから成る固体検出素子を多数配列して成り、前記切換部が複数の異なる状態に同時に切り換えられるようにされた検出手段、および前記各コンデンサに蓄積した電荷を前記切換部の複数の異なる状態毎に放射線情報を表す電気信号に変換して出力する読出手段を有して成るものであり、前記切換部の切換えと連動して前記検出を複数回行なわしめることにより、前記各コンデンサに放射線情報を表す電荷を蓄積させる撮影制御手段と、前記切換部を切り換えて、前記各コンデンサに蓄積された電荷が表す電気信号を出力させることにより、前記複数の放射線画像データとしての重ね合わせ処理に用いられるデータを取得せしめる読出制御手段とを備えたことを特徴とする放射線画像データ取得装置。

【請求項7】 入射した放射線の線量に応じた量の電荷を発生する電荷発生部と該電荷を蓄積する複数のコンデンサを含む蓄電部、前記複数のコンデンサを選択的に有効にする切換部とから成る固体検出素子を多数配列して成り、前記切換部が複数の異なる状態に同時に切り換え

られるようにされた検出手段、および前記各コンデンサに蓄積した電荷を前記切換部の複数の異なる状態毎に放射線情報を表す電気信号に変換して出力する読出手段を有して成る放射線固体検出器において、前記各コンデンサの容量が、前記切換部の複数の異なる状態において出力された電気信号のレベルの範囲が同じになるように設定されていることを特徴とする放射線固体検出器。

【請求項8】 入射した放射線の線量に応じた量の電荷を発生する電荷発生部と該電荷を蓄積する複数のコンデンサを含む蓄電部、前記複数のコンデンサを選択的に有効にする切換部とから成る固体検出素子を多数配列して成り、前記切換部が複数の異なる状態に同時に切り換えられるようにされた検出手段、および前記各コンデンサに蓄積した電荷を前記切換部の複数の異なる状態毎に放射線情報を表す電気信号に変換して出力する読出手段を有して成る放射線固体検出器において、前記切換部が、エネルギーサブトラクション処理のために切り換えられる前記放射線のエネルギーレベルに応じて、前記複数の異なる状態に切り換えられるようにされていることを特徴とする放射線固体検出器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、放射線画像データ取得方法および装置並びにこれに使用する放射線固体検出器に関し、より詳細には、複数回の撮影を行ってエネルギーサブトラクション処理や重ね合せ処理に使用される複数の放射線画像データを得る方法および装置並びにこれに使用する放射線固体検出器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より医療診断を目的とする放射線撮影において、放射線写真フィルムや、蓄積性蛍光体シートを利用した放射線画像記録読取装置が知られている。

【0003】また今日では、放射線を検出して放射線画像情報を表す画像信号を出力する放射線固体検出器（半導体を主要部とするもの）を使用した装置も各種提案、実用化されている。この装置に使用される放射線固体検出器としては、種々のタイプのものが提案されている。

【0004】例えば、放射線を電荷に変換する電荷生成プロセスの面からは、放射線が照射されることにより蛍光体から発せられた蛍光を光電変換素子で検出して得た信号電荷を光電変換素子の蓄電部に一旦蓄積し、蓄積電荷を画像信号（電気信号）に変換して出力する光変換方式の放射線固体検出器（例えば特開昭59-211263号、特開平2-164067号、PCT国際公開番号WO92/06501号、SPIE Vol.1443 Medical Imaging V;Image Physics(1991), p.108-119等）、或いは、放射線が照射されることにより放射線導電体内で発生した信号電荷を電荷収集電極で集めて蓄電部に一旦蓄積し、蓄積電荷を電気信号に変換して出力する直接変換方式の放射線固体検出器

(MATERIAL PARAMETERS IN THICK HYDROGENATED AMORPHOUS SILICON RADIATION DETECTORS, Lawrence Berkeley Laboratory, University of California, Berkeley, CA 94720 Xerox Parc, Palo Alto, CA 94304, Metal/Amorphous Silicon Multilayer Radiation Detectors, IEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE, VOL.36, NO.2, APRIL 1989、特開平1-216290号等)等がある。

【0005】また、蓄積された電荷を外部に読み出す電荷読出プロセスの面からは、該蓄電部と接続されたTFT（薄膜トランジスタ）を走査駆動して読み出すTFT読出方式のものや、読取光（読取用の電磁波）を検出器に照射して読み出す光読出方式のもの等がある。

【0006】また本願出願人は、特願平10-232824号や同10-271374号において改良型直接変換方式の放射線固体検出器を提案している。改良型直接変換方式の放射線固体検出器とは、直接変換方式、且つ光読出方式のものであり、記録用の放射線に対して透過性を有する第1の導電体層、該第1の導電体層を透過した記録用の放射線の照射を受けることにより光導電性（正確には放射線導電性）を呈する記録用光導電層、第1の導電体層に帯電される電荷と同極性の電荷に対しては略絶縁体として作用し、かつ、該電荷と逆極性の電荷に対しては略導電体として作用する電荷輸送層、読取用の電磁波の照射を受けることにより光導電性（正確には電磁波導電性）を呈する読取用光導電層、読取用の電磁波に対して透過性を有する第2の導電体層を、この順に積層して成るものであり、記録用光導電層と電荷輸送層との界面（蓄電部）に、画像情報を担持する信号電荷（潜像電荷）を蓄積するものである。第1の導電体層および第2の導電体層は電極として機能するものである。また、この方式における固体検出素子は、記録用光導電層、電荷輸送層および読取用光導電層を主要部とするものである。

【0007】なお、この改良型直接変換方式において信号電荷を読み出す方式としては、例えば第2の導電体層（以下読取電極という）を平板状のものとし、この読取電極側にレーザ等のスポット状の読取光を走査して信号電荷を検出する方式と、読取電極をクシ歯状のストライプ状電極とし、ストライプ状電極の長手方向と略直角な方向に延びたライン光源を該ストライプ状電極の長手方向に走査して信号電荷を検出する方式がある。

【0008】一方、従来より、蓄積性蛍光体シート等を利用した放射線画像の記録および読取において、2枚またはそれ以上のシートを重ねて、この上に被写体を透過した放射線を照射し、各シートに蓄積記録された放射線画像を読み取って得た画像信号に適当な重み付けをした上で各信号を重ね合わせる（加算する）ことにより、放射線画像のノイズを減少させる、いわゆる重ね合わせ処理が知られている（例えば特開昭56-11399号、特開平3-109679号、特許登録2627086号等）。

【0009】また、同一被写体に対して相異なるエネルギー

ギー分布を有する放射線を照射せしめ、被写体の特定の構造物（例えば、臓器、骨、血管等）が特有の放射線エネルギー吸収特性を有することを利用して、特定の構造物が異なって描出された2つの画像信号を得、その後この2つの画像信号に適当な重み付けをした上で両信号間で引き算（サブトラクション）を行い、放射線画像中の特定の被写体部分のみを強調または抽出した放射線画像を得る、いわゆるエネルギーサブトラクション処理が知られている（例えば、特開昭59-83486号、特開昭60-225541号、特開平3-109679号、特許登録2627086号等）。

【0010】上記サブトラクション処理には、例えば上記特開昭60-225541号に記載されているように、複数枚のシートを交換して、互いにエネルギーの異なる放射線を用いた複数回の放射線撮影を行なって得た複数の画像信号に基づいて重ね合わせ処理やサブトラクション処理を行なう複数ショット（2回のときには2ショット）法と、上記特開昭59-83486号に記載されているように、フィルムを挟んだ複数枚（例えば2枚）の記録シートに被写体を透過した放射線を照射すること等により、1回の撮影で各シートにそれぞれ放射線の高エネルギー成分、低エネルギー成分を担持する放射線画像を同時に蓄積記録する1ショット法とがある。

【0011】また、本願出願人は、放射線固体検出器を利用した放射線画像の記録および読取において、上記重ね合わせ処理やエネルギーサブトラクション処理を行うのに好適な放射線固体検出器と、これを用いた撮影装置を提案している（特開平7-84056号）。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開平7-84056号に記載の検出器は、複数の放射線固体検出層（放射線検出器構成単位）を積層させて成るもので、1ショット法を用いたサブトラクション処理を行うことを目的として提案されたものであり、複数ショット法によるサブトラクション処理には適さない。

【0013】一方、従来のシート等における場合と同様に、検出器を交換して複数回の放射線撮影を行なって得られた複数の放射線画像を表す各画像信号に基づいてサブトラクション処理を行うためには、処理に先立って複数の画像データの位置合わせ演算が必要となる。これは、従来のシート等における場合と同様の問題であり、複数回の撮影の際に検出器を交換するため、検出器の設置位置が狂ってしまい、例えば被写体の動きがなくても、サブトラクション処理後の画像信号に基づいて再生した可視画像に、この位置ズレ（設置位置の狂い）に起因する、複数の画像の不一致による偽画像（モーションアーティファクト）の発生の防止を図るためである（例えば、特開昭58-163388号参照）。

【0014】本発明は、上記問題点に鑑みなされたものであり、サブトラクション処理や重ね合わせ処理に用いられる複数の画像データを複数回の撮影により取得する場

合において、位置合わせ演算を行わなくても、画像品質の良好な処理済画像を得ることのできる放射線画像データ取得方法および装置並びに放射線固体検出器を提供することを目的とするものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明による第1の放射線画像データ取得方法は、被写体を透過した放射線を放射線固体検出器で検出することにより、被写体に関する複数の放射線画像データを得る放射線画像データ取得方法であって、放射線固体検出器として、入射した放射線の線量に応じた量の電荷を発生する電荷発生部と該電荷を蓄積する複数のコンデンサを含む蓄電部、複数のコンデンサを選択的に有効にする切換部とから成る固体検出素子を多数配列して成り、切換部が複数の異なる状態に同時に切り換えられるようにされた検出手段、および各コンデンサに蓄積した電荷を切換部の複数の異なる状態毎に放射線情報を表す電気信号に変換して出力する読出手段を有して成るものを使用し、切換部の切換えと連動して被写体へ入射する放射線のエネルギーレベルを切り換えて前記検出を行うことにより、各コンデンサにエネルギーレベルの異なる放射線情報を表す電荷を蓄積させ、その後、各コンデンサに蓄積された電荷を個別（独立）に読み出すことにより、複数の放射線画像データとしてのエネルギーレベルの異なるデータ（特にエネルギーサブトラクション処理に好適なデータ）を取得することを特徴とする。

【0016】本発明による第2の放射線画像データ取得方法は、放射線固体検出器として、入射した放射線の線量に応じた量の電荷を発生する電荷発生部と該電荷を蓄積する複数のコンデンサを含む蓄電部、複数のコンデンサを選択的に有効にする切換部とから成る固体検出素子を多数配列して成り、切換部が複数の異なる状態に同時に切り換えられるようにされた検出手段、および各コンデンサに蓄積した電荷を切換部の複数の異なる状態毎に放射線情報を表す電気信号に変換して出力する読出手段を有して成るものを使用し、切換部の切換えと連動して前記検出を複数回行うことにより、各コンデンサに放射線情報を表す電荷を蓄積させ、その後、各コンデンサに蓄積された電荷を個別（独立）に読み出すことにより、複数の放射線画像データとしての重ね合わせ処理に用いられるデータを取得することを特徴とする。

【0017】本発明による第1の放射線画像データ取得装置は、上記第1の放射線画像データ取得方法を実現する装置、すなわち、放射線源、および被写体を間に挟んで放射線源に対向して配される放射線固体検出器を備えて成り、放射線源から発せられ被写体を透過した放射線を放射線固体検出器で検出することにより、被写体に関する複数の放射線画像データ、例えばエネルギーサブトラクション処理に用いられるデータを得る放射線画像データ取得装置であって、放射線固体検出器が、入射した

放射線の線量に応じた量の電荷を発生する電荷発生部と該電荷を蓄積する複数のコンデンサを含む蓄電部、複数のコンデンサを選択的に有効にする切換部とから成る固体検出素子を多数配列して成り、切換部が複数の異なる状態に同時に切り換えられるようにされた検出手段、および各コンデンサに蓄積した電荷を切換部の複数の異なる状態毎に放射線情報を表す電気信号に変換して出力する読出手段を有して成るものであり、切換部の切換えと連動して被写体へ入射する放射線のエネルギーレベルを切り換えて前記検出を行なわしめることにより、各コンデンサにエネルギーレベルの異なる放射線情報を表す電荷を蓄積させる撮影制御手段と、切換部を切り換えて、各コンデンサに蓄積された電荷を表す電気信号を出力させる読出制御手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0018】また、本発明による第2の放射線画像データ取得装置は、上記第2の放射線画像データ取得方法を実現する装置、すなわち、放射線源、および被写体を間に挟んで放射線源に対向して配される放射線固体検出器を備えて成り、放射線源から発せられ被写体を透過した放射線を放射線固体検出器で検出することにより、被写体に関する複数の放射線画像データを得る放射線画像データ取得装置であって、放射線固体検出器が、入射した放射線の線量に応じた量の電荷を発生する電荷発生部と該電荷を蓄積する複数のコンデンサを含む蓄電部、複数のコンデンサを選択的に有効にする切換部とから成る固体検出素子を多数配列して成り、切換部が複数の異なる状態に同時に切り換えられるようにされた検出手段、および各コンデンサに蓄積した電荷を切換部の複数の異なる状態毎に放射線情報を表す電気信号に変換して出力する読出手段を有して成るものであり、切換部の切換えと連動して前記検出を複数回行なわしめることにより、各コンデンサに放射線情報を表す電荷を蓄積させる撮影制御手段と、切換部を切り換えて、各コンデンサに蓄積された電荷を表す電気信号を出力させることにより、複数の放射線画像データとしての重ね合わせ処理に用いられるデータを取得せしめる読出制御手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0019】本発明による第1の放射線固体検出器は、上記方法および装置に用いられる検出器、すなわち、入射した放射線の線量に応じた量の電荷を発生する電荷発生部と該電荷を蓄積する複数のコンデンサを含む蓄電部、複数のコンデンサを選択的に有効にする切換部とから成る固体検出素子を多数配列して成り、切換部が複数の異なる状態に同時に切り換えられるようにされた検出手段、および各コンデンサに蓄積した電荷を前記切換部の複数の異なる状態毎に放射線情報を表す電気信号に変換して出力する読出手段を有して成る放射線固体検出器であって、各コンデンサの容量が、切換部の複数の状態において出力された電気信号のレベルの範囲が同じにな

るように設定されていることを特徴とするものである。

【0020】本発明による第2の放射線固体検出器は、上記第1の方法および装置に用いられる検出器、すなわち、入射した放射線の線量に応じた量の電荷を発生する電荷発生部と該電荷を蓄積する複数のコンデンサを含む蓄電部、複数のコンデンサを選択的に有効にする切換部とから成る固体検出素子を多数配列して成り、切換部が複数の異なる状態に同時に切り換えられるようにされた検出手段、および各コンデンサに蓄積した電荷を前記切換部の複数の異なる状態毎に放射線情報を表す電気信号に変換して出力する読出手段を有して成る放射線固体検出器であって、前記切換部が、エネルギーサプトラクション処理のために切り換えられる放射線のエネルギーレベルに応じて、複数の異なる状態に切り換えられるようにされていることを特徴とするものである。

【0021】上記放射線画像データ取得方法および装置並びに放射線固体検出器において、「複数のコンデンサを選択的に有効にする切換部」とは、例えば切換スイッチにより、複数のコンデンサ夫々に蓄積された電荷を読み出したときに複数の状態の放射線情報を取得することができるよう、複数のコンデンサの中から少なくとも1つが有効となる、すなわち電荷発生部で発生した電荷を蓄積したり蓄積した電荷を読出回路側に転送することができるようを選択するものであることを意味し、必ずしも、常に複数のコンデンサのうちの1つのみが有効となるように選択するものでなくともよい。例えば、切換部の複数の異なる状態、つまり複数のコンデンサとスイッチ等の切換部との接続態様としては、各コンデンサを並列接続、直列接続或いはこれらを組合せた接続とすることができ、コンデンサの数の分だけの状態の画像情報を表す電荷を各コンデンサに蓄積させることができる限り、コンデンサを直列接続にするか並列接続にするか或いはこれらを組合せた接続とするかは自由である。

【0022】切換部に使用されるものとしては、オン抵抗がオフ抵抗よりも小さくて、コンデンサの有効性と無効性とを実質的に切り換えることができるもので、各コンデンサに画像情報を表す電荷を蓄積させることができるものである限り如何なる手段でもよく、またオンオフは完全(0Ω/無限大)にできなくともよい。なお、装置や検出器を簡易なものとするには半導体スイッチであるのが好ましく、オン抵抗が極めて小さく(例えば1Ω以下)、オフ抵抗が極めて大きい(例えば1MΩ以上)のものであればより好ましい。例えばFET(特にMOS-FET)が好適である。

【0023】「複数の異なる状態に同時に切り換えられる」とは、検出器を構成する多数の固体検出素子夫々についての切換部が、複数の異なる状態に共に切り換えられることを意味するものであり、時間的に全く同時に切り換えられる必要はない。例えば、各素子が容量Aのコンデンサと容量Bのコンデンサを含む蓄電部とこれらの

一方のみを選択的に有効にするスイッチから成るものであるときには、1つの素子が容量Aのコンデンサを有効にするときには他の素子全ても容量Aのコンデンサを有効にさせることを意味する。なお、各素子を構成するコンデンサの数や容量或いはスイッチによる接続態様は必ずしも全て同じものでなくてもよいが、全てが同じ構成となっているのが好ましいのはいうまでもない。

【0024】「切換部の切換えと連動して被写体へ入射する放射線のエネルギーレベルを切り換える」とは、後にコンデンサに蓄積した電荷を読み出したときに、複数の異なる状態それぞれの画像信号が所望のレベルとなるように、切換部の複数の異なる状態それぞれに応じて放射線のエネルギーレベルを切り換えることを意味する。なお、重ね合わせ処理用のデータを得る際には、切換部の切換えと連動して前記検出を複数回行なわしめるものであればよく、各状態における放射線のエネルギーレベルの異同は問わない。

【0025】放射線のエネルギーレベルを異ならしめる方法としては、例えば放射線源の管電圧を変更する方法や、検出器の検出面側に放射線の低エネルギー成分吸収物質からなるフィルタ等を配置する方法等がある。

【0026】「各コンデンサに蓄積された電荷を個別（独立）に読み出す」とは、各コンデンサに蓄積された電荷量を峻別することができるように電荷を読み出すことを意味する。コンデンサと切換部との接続態様によっては、一見複数のコンデンサの電荷が一度に読み出される態様とも成り得るが、その場合には、切換部を制御して、一方のコンデンサの電荷を予め読み出しておくことによって、実質的に各コンデンサに蓄積されていた電荷量を峻別することができるようにするとよい。

【0027】上記方法および装置において使用される検出器としては、上述のように、電荷発生部で発生した電荷を蓄積する複数のコンデンサを含む蓄電部と該複数のコンデンサを各素子夫々について同時に選択的に有効にする切換部とから成る固体検出素子を多数配列して成る検出手段、および各コンデンサに蓄積した電荷を切換部の複数の異なる状態毎に放射線情報を表す電気信号に変換して出力する読出手段を有して成るもの、つまり、選択的に切換可能なコンデンサを各素子毎に複数有し、切換部の切換えと連動して検出を行う（例えば被写体へ入射する放射線のエネルギーレベルを切り換えて検出を行う）ことができるのであれば、どのようなものを使用してもよく、放射線を電荷に変換する電荷生成プロセスや蓄積された電荷を外部に読み出す電荷読出プロセスがどのようなものであるかは不問である。

【0028】なお、各コンデンサの容量は、切換部の複数の状態において出力された電気信号のレベルの範囲が略同じになるように設定されているものであればより望ましい。該検出器を使用するに際しては、設定された容量に応じて、複数の状態において出力される電気信号の

レベルの範囲が夫々適正範囲となるように切換部の制御を行う必要があるのはいうまでもない。

【0029】

【発明の効果】本発明による放射線画像データ取得方法および装置によれば、選択的に切換可能なコンデンサを複数有する検出器を使用して、切換部の切換えと連動して検出を行う（例えば被写体へ入射する放射線のエネルギーレベルを切り換えて検出を行う）ことにより、各コンデンサに異なる放射線情報（例えばエネルギーレベルの異なる画像情報）を表す電荷を蓄積させ、その後、各コンデンサに蓄積された電荷を個別に読み出して複数のデータ（例えばそれぞれがエネルギーレベルの異なる画像データ）を取得するようにしたので、検出器を交換することなく複数ショット法を採用することができ、例えばサブトラクション処理や重ね合わせ処理後の画像としては、位置合わせ演算を行わなくても検出器の交換に起因する偽画像が生じることがなく、高画質の画像を得ることができる。

【0030】また、複数のコンデンサを切り換えて検出を行うので、一方のコンデンサが故障していても他方のコンデンサによって画像信号を補うことができるようになるから、重ね合わせ処理においては、量子ノイズの低減という一般的効果の他に、信号成分が完全になくなる欠落画素の生じる可能性が少なくなる。

【0031】また、検出器を交換することなくコンデンサを切換えて複数の異なる状態の放射線画像情報を記録（電荷蓄積）することができるので、同じ検出器を用いて短時間内に連続撮影を行うことができ、つまり、1撮影毎の読出しが不要であり、必要な画像情報を全て取得（記録）するのに要する時間が短くなるから、その分、被写体の負荷が小さくなり、体動による位置ズレ（心拍の動き分は除く）の影響を軽減することも期待できる。

【0032】また、検出器の蓄電部の各コンデンサの容量を、切換部の複数の状態において出力された電気信号のレベルの範囲が略同じになるように設定すれば、ともにS/Nのよい画像信号を使用して各種処理を行うことができるようになるので処理後の画像としてもS/Nのよい画像を得ることができる。特に、エネルギーサブトラクション処理用の画像データを得ようとすると、一般には、高エネルギー成分側の画像信号が小さくS/Nが悪いという問題が生じるが、本件のように出力画像信号のレベルが共に同じになるように容量を設定すると、このような問題を解消することができるので、非常に効果的である。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。図1は本発明による放射線画像データ取得方法および装置を適用した、放射線画像撮影読取装置の概略図、図2はこの装置に用いられる放射線固体検出器のブロック図である。

【0034】図1に示すように、この放射線画像撮影読取装置は、放射線固体検出器1、放射線源8に高電圧を印加する高電圧発生部7、撮影制御手段および読出制御手段として機能する制御部30、および画像処理部40から成る。

【0035】高電圧発生部7は制御部30からの制御信号C1により放射線源8を駆動する電力を発生する。高電圧発生部7から放射線源8に供給する電力としては、エネルギーサブトラクション処理に好適のように、制御信号C1に応じて、管電圧がそれぞれ、高エネルギー成分の透過放射線画像を記録するために使用される120KVと、低エネルギー成分の透過放射線画像を記録するために使用される60KVとが得られるように設定される。

【0036】画像処理手段40は、検出器1および読出回路（読出手段）30と接続され、検出器1から出力されるアナログ画像信号を不図示のA/D変換器でデジタル化した画像データを使用してエネルギーサブトラクション処理を行うものである。

【0037】放射線固体検出器1は、図2に示すように、光変換方式かつTFET読出方式のものであり、検出手段としての固体検出部2と、固体検出部2から電荷を読み出して画像信号を出力する読出手段としての読出回路3とを有する。固体検出部2は、光を電荷に変換する光電変換素子21を含む固体検出素子20（各エレメントを $e_{11} \sim e_{nn}$ と記す）と、各固体検出素子20に接続され固体検出素子20の蓄電部に蓄積された信号電荷を読出回路3側に転送するTFET（転送部）29とが行列状に多数配列されて成る。読出回路3は、走査線27bを介してTFET29の各ゲートとライン毎（図中横方向毎）に共通に接続された副走査手段としての副走査パルス発生器38、固体検出部2から信号線27aを介して転送された信号電荷を外部に読み出すコンデンサ31と出力アンプ32、この両者に接続されたSW（スイッチ）34、出力アンプ32に接続されたSW35、およびSW34、35に接続された主走査手段としての主走査パルス発生器39とから成る。コンデンサ31や出力アンプ32等は、固体検出素子20の縦列分だけ設けられている。コンデンサ31の一方の端子はマルチプレクサ37と接続される。

【0038】この検出器1の固体検出部2の検出面側にはシンチレータ（図1参照）1aが設けられており、副走査パルス発生器38により走査線27bをオフ状態にして転送部22をオフすると共に主走査パルス発生器39によりSW34をオンにして被写体等を透過した放射線をシンチレータ1aに照射すると、放射線の線量に応じた可視光がシンチレータ1aから発せられ、該可視光を光電変換素子が検出して放射線の線量に応じた信号電荷を発生し、該信号電荷を蓄電部に蓄電する。次に図2中最上部の走査線27bから各ライン毎に各走査線27

bに接続されたTFET29を順次オン状態にして、またSW34をオフすると、蓄電部に蓄電された信号電荷がライン毎（1ライン分同時に）に出力アンプ32側に転送され、コンデンサ31と出力アンプ32とによって積分され、電圧値のアナログ画像信号に変換されて該画像信号がライン毎に並列的に各出力アンプ32から出力される。この際、1ライン分の画像信号S1が各出力アンプ32の出力部に得られる毎に、主走査パルス発生器39によりSW35を順次切り換えながら、その1ライン分の画像信号を外部に出力することによって、検出器1内に蓄積された信号電荷のライン読出しを行う。

【0039】ところで、この装置に用いられる検出器1としては、固体検出素子20の蓄電部にコンデンサを複数含むものを使用する。図3は、固体検出部2を構成する固体検出素子の一部（ $e_{11} \sim e_{1n}$ ）についてその詳細を示した回路図である。図示するように、固体検出素子20は、電荷発生部としての光電変換素子21、光電変換素子21で発生された信号電荷を蓄積する2つのコンデンサ22、23を含む蓄電部およびコンデンサ22、23の有効／無効を切り換えるスイッチ24、25を含む切換部から成るものである。スイッチ24、25は、オン抵抗が小さく（1Ω以下）オフ抵抗が大きく（1MΩ以上）なるように、例えばMOS-FET等で構成する。コンデンサ22、23は、それぞれスイッチ24、25を介して光電変換素子21に並列接続される。光電変換素子21のカソードはFET29を介して信号線27aと接続され、アノードは負電源VBと接続される。スイッチ24、25は2入力1出力型のスイッチであり、制御部30からの制御信号C2によって断接が制御されることにより、コンデンサ22、23のいずれか一方を選択的に有効にし、他方を無効にするものである。制御信号C2としては、管電圧が120KVのとき（高エネルギー成分の透過放射線画像を記録するとき）にはスイッチ24、25をコンデンサ22側に接続して該コンデンサ22のみを有効にし、管電圧が60KVのとき（低エネルギー成分の透過放射線画像を記録するとき）にはスイッチ24、25をコンデンサ23側に接続して該コンデンサ23のみを有効にするように設定される。この放射線エネルギーレベルに応じたスイッチ24、25の切換えは、全画素分同時に行われる。

【0040】コンデンサ22、23の容量は、後述するエネルギーサブトラクション処理に好適のように、高エネルギー成分の透過放射線画像を表す電荷を蓄積させる方のコンデンサ22の容量を低エネルギー成分の透過放射線画像を表す電荷を蓄積させるコンデンサ23の容量よりも小さくするように設定する。

【0041】以下、上記構成の放射線固体検出器を使用する放射線画像撮影読取装置の作用について、図4に示すタイミングチャートを参照して説明する。

【0042】最初に、検出器1を撮影モード（RE

C)、すなわち、転送部29をオフ、SW34をオンとする。

【0043】高エネルギー成分の透過放射線画像を記録するために、制御信号C1として放射線源8の管電圧が120KVとなるようにハイ(H)に設定し、また制御信号C2としてスイッチ24、25をコンデンサ22側に接続して、コンデンサ22が全画素分同時に有効となるようにロー(L)に設定する。線源8から被写体9に向けて放射線を発する。被写体9を透過した放射線Lが検出器1のシンチレータ1aで可視光に変換され、検出器1を構成する各固体検出素子20の光電変換素子21各々に入射し、入射した可視光の夫々の強度に応じた電荷を発生する。この発生した電荷は各コンデンサ22に蓄積される。この各コンデンサ22に蓄積された電荷は、高エネルギー成分の透過放射線画像情報を表す信号電荷となる。

【0044】次に、低エネルギー成分の透過放射線画像を記録するために、制御信号C1として放射線源8の管電圧が60KVとなるようにLに設定し、また制御信号C2としてスイッチ24、25をコンデンサ23側に接続してコンデンサ22が全画素分同時に有効となるようにHに設定する。検出器1を交換することなく、線源8から被写体9に向けて放射線を発する。上述同様に、被写体9を透過した放射線Lが検出器1のシンチレータ1aで可視光に変換され、検出器1を構成する各固体検出素子20の光電変換素子21各々に入射し、入射した可視光の夫々の強度に応じた電荷を発生する。この発生した電荷は各コンデンサ23に蓄積される。この各コンデンサ23に蓄積された電荷は、低エネルギー成分の透過放射線画像情報を表す信号電荷となる。

【0045】このようにして、高低2つのエネルギー成

$$D1 = Wa \cdot (\text{低エネルギー成分}) - Wb \cdot (\text{高エネルギー成分}) + \alpha \\ = Wa \cdot D23 - Wb \cdot D22 + \alpha$$

ただし、Wa、Wbは重み付け係数、 α はバイアス分を表す

に従って重み付け減算を行なう。これにより、2つの画像の差の画像に対応する画像データD1が生成される。この画像データD1は不図示の再生手段に送られ、この画像データD1に基づく可視画像(エネルギーサブトラクション画像)が再生手段上に表示出力される。

【0049】なお、再生手段としては、CRT等の電子的に表示するもの、CRT等に表示された放射線画像をビデオプリンタ等に記録するものなど種々のものを採用することができる。また、被写体の放射線画像は磁気テープ、光ディスク等に記録保存するようにしてもよい。

【0050】以上詳細に説明したように、本発明による放射線画像データ取得方法および装置を適用した上記構成の放射線画像撮影読取装置によれば、複数ショット法を検出器を交換することなく行うことができ、サブトラクション処理後の画像に検出器の交換に起因する偽画像

分の透過放射線画像情報を表す信号電荷をそれぞれ蓄積し終えたら、検出器1を読出モード(READ)、すなわち、転送部29をオン、SW34をオフとし、各コンデンサ22、23に蓄電された電荷をそれぞれ出力アンプ32側に転送させ、出力アンプ32とコンデンサ31とによって積分して、電圧値の画像信号に変換して外部に出力させる。このとき、副走査パルス発生器38および主走査パルス発生器39による走査制御によって1ライン毎にライン読出しが行われるのは上述の通りである。

【0046】ここで、制御信号C2をLとした状態で信号電荷の読出しを行うと、コンデンサ22に蓄積された高エネルギー成分の透過放射線画像情報を表す信号電荷に応じた高圧画像信号S22が出力され、一方、制御信号C2をHとした状態では、コンデンサ23に蓄積された低エネルギー成分の透過放射線画像情報を表す信号電荷に応じた低圧画像信号S23が出力される。なお、いずれを先に読み出すかは自由である。

【0047】なお、コンデンサ22、23の容量は、高エネルギー成分の透過放射線画像を表す電荷を蓄積するコンデンサ22の容量が低エネルギー成分の透過放射線画像を表す電荷を蓄積するコンデンサ23の容量よりも小さくなるように設定されているので、電荷読出時間を同じにすれば、出力される各画像信号のレベルの範囲を略同じにすることができる。

【0048】以上のようにして2つのアナログ画像信号S22、S23が取得されたら、不図示のA/D変換器でデジタル化して2つのデジタル画像データD22、D23に変換し、画像処理手段40が、この両者に基づいてサブトラクション処理、即ち、

(勿論被写体の動き分は除く)が生じることがなく、高画質の画像を得ることができる。

【0051】また、1撮影毎の読出しが不要であり同じ検出器を用いて短時間内に連続撮影を行うことで必要な画像情報を全て取得(記録)するのに要する時間を短くすることができるから、被写体の負荷が小さくなり、体動による位置ズレ(心拍の動き分は除く)の影響の軽減を図ることもできる。また、複数ショット法でありながら、記録(撮影)と読出しを完全に分離した作業とすることもでき、取得(記録)された画像データを後でゆっくり読み出すことができるという効果もある。

【0052】図5は、固体検出素子の蓄電部の他の態様についてその詳細を示した回路図である。図示するように、固体検出素子50は、電荷発生部としての光電変換素子51、光電変換素子51で発生された信号電荷を蓄積する2つのコンデンサ52、53を含む蓄電部およびコンデンサ52の有効/無効を切り換えるスイッチ5

4, 55を含む切換部から成るものである。スイッチ54, 55は、例えばMOS-FET等で構成する。コンデンサ53は、直接に光電変換素子51に並列接続される(が、コンデンサ52は、スイッチ54, 55を介して光電変換素子51に並列接続される。光電変換素子51のカソードはFET29を介して信号線27aと接続され、アノードは負電源VBと接続される。スイッチ54, 55は単接型のスイッチであり、制御部30からの制御信号C2によって断接が制御されることにより、コンデンサ52の有効/無効を切り換えるものである。制御信号C2としては、管電圧が120KVのとき(高エネルギー成分の透過放射線画像を記録するとき)にはスイッチ54, 55をオンしてコンデンサ52を有効にし、管電圧が60KVのとき(低エネルギー成分の透過放射線画像を記録するとき)にはスイッチ54, 55をオフしてコンデンサ52を無効にするように設定される。この放射線エネルギーレベルに応じたスイッチ54, 55の切換えは、全画素分同時に行われる。

【0053】このような構成による固体検出素子50から成る放射線固体検出器5を使用して、2つのエネルギー成分の放射線画像情報を記録し、画像信号を読み出す際のタイミングチャートを図6に示す。

【0054】この検出器5においては、一方のコンデンサ(本例ではC52)に蓄積される信号電荷が表す画像情報が、上述の検出器1と異なる。すなわち、高エネルギー成分の透過放射線画像を記録するために、制御信号C1として放射線源8の管電圧が120KVとなるようにHに設定し、また制御信号C2をLにしてスイッチ54, 55をオンするとコンデンサ52が有効、すなわち両コンデンサ52, 53が有効となり、光電変換素子21で発生した電荷は両コンデンサ52, 53に蓄積される。この両コンデンサ52, 53に蓄積された電荷は、高エネルギー成分の透過放射線画像情報を表す信号電荷となる。

【0055】次に、低エネルギー成分の透過放射線画像を記録するために、制御信号C1として放射線源8の管電圧が60KVとなるようにLに設定し、また制御信号C2をHにしてスイッチ54, 55をオフするとコンデンサ53のみが有効となり、光電変換素子21で発生した電荷はコンデンサ53にのみ蓄積される。このときにコンデンサ53に蓄積される電荷は低エネルギー成分の透過放射線画像情報を表す信号電荷となるが、上述のようにコンデンサ53にはすでに高エネルギー成分の透過放射線画像情報を表す信号電荷が蓄積されており、結局コンデンサ53には、高低の両エネルギー成分の透過放射線画像情報を表す信号電荷が加算されて蓄積されることとなる。

【0056】このようにして、高低2つのエネルギー成分の透過放射線画像情報を表す信号電荷をそれぞれ蓄積し終えたら、各コンデンサ52, 53に蓄電された電荷

を画像信号に変換して外部に出力させる。

【0057】ここで、先ず制御信号C2をHとした状態で信号電荷の読出しを行うと、コンデンサ53のみが有効となり、該コンデンサ53に蓄積された高低の両エネルギー成分の透過放射線画像情報を表す信号電荷に応じた画像信号S53が出力される。一方、制御信号C2をLとした状態では、両コンデンサ52, 53が有効となるが、コンデンサ53に蓄積された信号電荷はすでに読み出されているので、結局コンデンサ52のみに蓄積された高エネルギー成分の透過放射線画像情報を表す信号電荷に応じた画像信号S52が出力される。つまり検出器5の構成においては、先ずコンデンサ53に蓄積された信号電荷に応じた画像信号S53を読み出し、その後にコンデンサ52に蓄積された信号電荷に応じた画像信号S52を読み出すことが必要となり、読み出しの順序を逆にするにはできない。

【0058】以上のようにして2つのアナログ画像信号S52, S53が取得されたら、不図示のA/D変換器でデジタル化して2つのデジタル画像データD52, D53に変換し、画像処理手段40は、この両者に基づいてサブトラクション処理、即ち、

$$D2 = Wa \cdot (D53 - D52) - Wb \cdot D52 + \alpha \\ = Wa \cdot D53 - (Wa + Wb) \cdot D52 + \alpha$$

に従って重み付け減算を行う。これにより、2つの画像の差の画像に対応する画像データD2が生成される。この画像データD2は不図示の再生手段に送られ、この画像データD2に基づく可視画像(エネルギーサブトラクション画像)が再生手段上に表示出力される。

【0059】なお、上述の実施の形態では、図4および図6に示すように、先に高エネルギー成分の透過放射線画像を記録し、次に低エネルギー成分の透過放射線画像を記録するようにしたが、これとは逆に記録するようにしてもよい。この場合、例えば検出器5においては、コンデンサ53には高低の両エネルギー成分の透過放射線画像情報を表す信号電荷が加算されて蓄積されるが、コンデンサ52には低エネルギー成分の透過放射線画像情報を表す信号電荷が蓄積されるので、画像処理手段40によるサブトラクション処理においては、

$$D3 = Wa \cdot D52 - Wb \cdot (D53 - D52) + \alpha \\ = (Wa + Wb) \cdot D52 - Wb \cdot D53 + \alpha$$

に従って重み付け減算を行う。

【0060】なお、上記実施の形態は、いずれも画像処理手段40がエネルギーサブトラクション処理を行うものであるが、重ね合せ処理の場合は、画像処理手段40による演算を減算の代りに加算する点を除いて全く同じであるので、重ね合せ処理についての詳細な説明は省略する。なお、この際の管電圧は、同じであってもよいし違えてもよい。

【0061】このような重ね合わせ処理を行うと、上記サブトラクション処理のときと同様の効果並びに量子ノ

イズの低減という重ね合わせ処理の一般的効果の他に、一方のコンデンサが故障していても他方のコンデンサによって画像信号を補うことができるようになるから、信号成分が完全になくなる欠落画素の生じる可能性が少なくなる。

【0062】以上、本発明の好ましい実施の形態について説明したが、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて、種々の変更を行うことが可能である。上述した実施の形態においては、検出器として蓄電部に2つのコンデンサを光電変換素子に並列接続されるように設けて成る検出器を使用しているが、コンデンサは複数であればいくつ設けてもよく、また並列接続には限らず直列接続可能な接続態様（スイッチ構成）とすることができる。つまり、コンデンサの接続態様を種々切り換えることにより、コンデンサの数分だけの異なる状態のデータ（例えば夫々がエネルギーレベルの異なるデータ）を得ることができるように、スイッチにより直列接続／並列接続を組み合わせて接続切換を行うようにすればよい。例えば全てのコンデンサを並列接続する場合、切換部の態様としては、図7（A）に示すようにいずれか1つのコンデンサのみを選択的に有効にするもの、或いは、図7（B）に示すように1つコンデンサ（図では72）は常に接続状態にあり他のコンデンサのうちの1つを選択的に有効にするものとして行うことができる。また、図7（C）に示すように2つのコンデンサを直列接続する場合には、スイッチBをオフとすると共にスイッチAを一方のコンデンサ（図では82）側にしてこの一方のコンデンサのみを有効にして記録・読出しを行い、スイッチBをオンとすると共にスイッチAを他方のコンデンサ（図では83）側にして2つのコンデンサを直列接続して記録・読出しを行うような接続態様にするとよい。

【0063】また、本発明による方法および装置において使用される検出器としては、選択的に切換可能なコンデンサを各素子毎に複数有し、切換部の切換えと連動して検出を行うことができるものである限りどのようなものを使用してもよく、光変換方式や直接変換方式、或いはTFT読出方式や光読出方式、さらにはこれらを組み合わせた改良型直接変換方式等、放射線を電荷に変換する電荷生成プロセスや蓄積された電荷を外部に読み出す電荷読出プロセスがどのようなものであるかは不問であ

る。例えば、光変換且つTFT読出方式としては特開昭61-244176号や特開平9-206293号（特に第2の実施形態）に記載されたものを使用することができる。また、直接変換方式且つTFT読出方式としては電荷収集電極と切換部によって有効／無効を選択的に切り換えられる複数のコンデンサを接続し、電荷収集電極により集められた電荷を各コンデンサに蓄積させて、この蓄積電荷を各コンデンサ毎に独立に読み出すようにすればよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による放射線画像データ取得方法および装置を適用した、放射線画像撮影読取装置の概略図

【図2】上記放射線画像撮影読取装置に用いられる放射線固体検出器のブロック図

【図3】上記放射線固体検出器を構成する固体検出素子の一部（ $e_{11} \sim e_{1n}$ ）についてその詳細を示した回路図

【図4】上記構成の放射線固体検出器を使用する放射線画像撮影読取装置の作用を説明するタイミングチャート

【図5】他の態様による固体検出素子についてその詳細を示した回路図

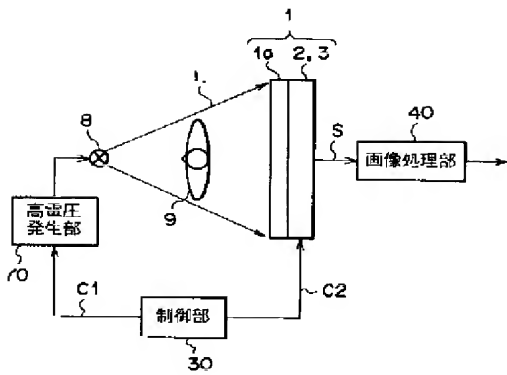
【図6】上記他の態様による固体検出素子から成る放射線固体検出器を用いた放射線画像撮影読取装置の作用を説明するタイミングチャート

【図7】他の態様による放射線固体検出器の固体検出素子の1素子分について示した回路図（A）～（C）

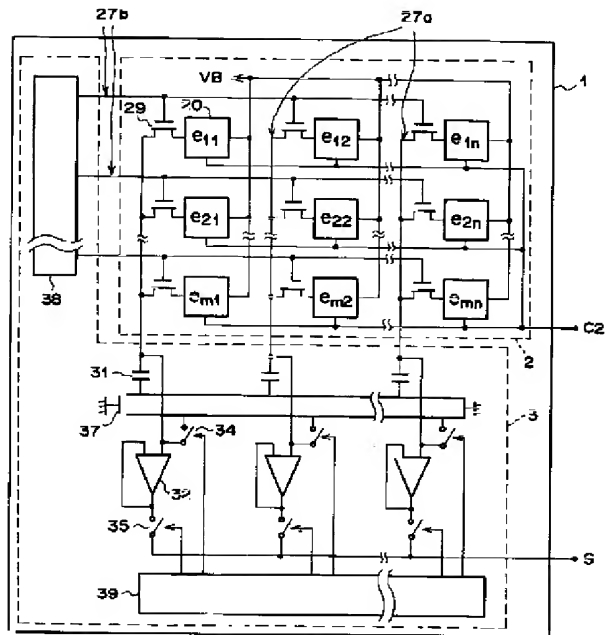
【符号の説明】

- 1 放射線固体検出器
- 2 固体検出部（検出手段）
- 3 読出回路（読出手段）
- 7 高電圧発生回路
- 8 放射線源
- 9 被写体
- 20 固体検出素子
- 21 光電変換素子（電荷発生部）
- 22, 23 コンデンサ（蓄電部）
- 24, 25 スイッチ（切換部）
- 40 画像処理手段
- 5 放射線固体検出器
- 50 固体検出素子
- 51 光電変換素子（電荷発生部）
- 52, 53 コンデンサ（蓄電部）
- 54, 55 スイッチ（切換部）

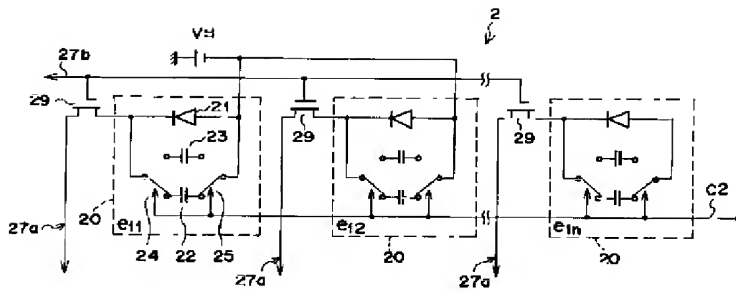
【 1】



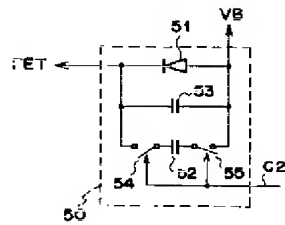
【図2】



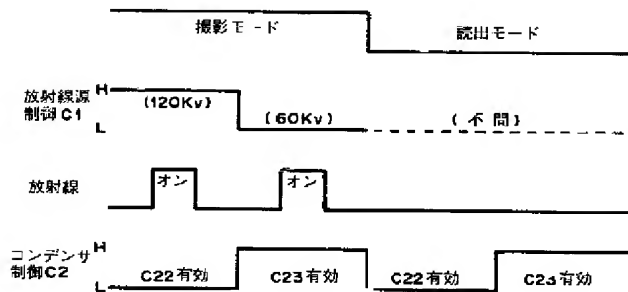
【図3】



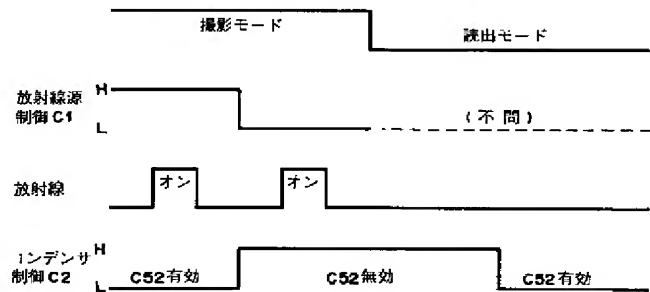
【图5】



【図4】



【図6】



【図7】

